

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-114289

(P2015-114289A)

(43) 公開日 平成27年6月22日(2015.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/12 (2006.01)	GO 1 R 31/12	Z 2 GO 1 4
GO 1 R 31/06 (2006.01)	GO 1 R 31/06	2 GO 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-258611 (P2013-258611)	(71) 出願人	501137636 東芝三菱電機産業システム株式会社 東京都中央区京橋三丁目1番1号
(22) 出願日	平成25年12月13日(2013.12.13)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(71) 出願人	513296958 東芝産業機器システム株式会社 神奈川県川崎市幸区堀川町580番地
		(74) 代理人	110001092 特許業務法人サクラ国際特許事務所
		(74) 代理人	100103333 弁理士 菊池 治
		(74) 代理人	100173451 弁理士 井澤 彪

最終頁に続く

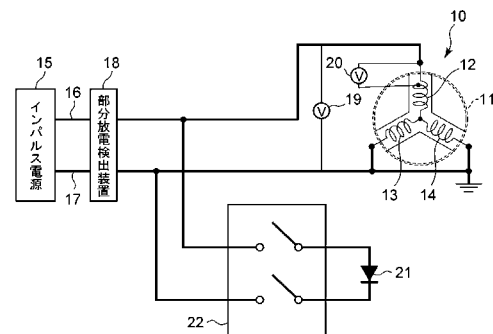
(54) 【発明の名称】 電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法およびそのための装置

(57) 【要約】

【課題】電動機巻線のインパルス部分放電試験において、部分放電が、巻線と巻線間、あるいはターン間の、いずれで発生したか判断できるようにする。

【解決手段】第1の出力端子16と第2の出力端子17との間に繰り返しインパルス電圧を出力するインパルス電源15を用いて、電動機10の巻線の繰り返しインパルス部分放電特性を試験する。第1の出力端子16を第1の巻線12に接続し、第2の出力端子17を巻線13と巻線14に接続して、巻線間部分放電試験をする場合には、インパルス電源15の出力電圧をそのまま第1の巻線12と巻線13、巻線14の間に印加し、ターン間部分放電試験をする場合には、インパルス電源15の出力電圧を第1の巻線12と巻線13、巻線14の間に印加するとともに、第1および第2の出力端子16、17の間に端子間ダイオード21を接続する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 および第 2 の出力端子を有してこれら第 1 の出力端子と第 2 の出力端子との間にインバータサージを模擬した繰り返しインパルス電圧を出力するインパルス電源を用いて、第 1 の巻線を含む複数の巻線を有する電動機の巻線の繰り返しインパルス部分放電特性を試験する方法であって、

前記第 1 の出力端子を前記第 1 の巻線に接続し、

前記第 2 の出力端子を前記第 1 の巻線と異なる巻線に接続して、

前記第 1 の巻線と第 1 の巻線と異なる巻線との間の放電試験である巻線間部分放電試験をする場合には、前記インパルス電源の出力電圧をそのまま前記第 1 の巻線と第 1 の巻線と異なる巻線の間に印加し、

前記第 1 の巻線のターン間の放電試験であるターン間部分放電試験をする場合には、前記インパルス電源の出力電圧を前記第 1 の巻線と第 1 の巻線と異なる巻線の間に印加するとともに、前記第 1 および第 2 の出力端子の間に端子間ダイオードを接続すること、

を特徴とする電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法。

10

【請求項 2】

前記巻線間部分放電試験をする場合に、前記インパルス電源の出力電圧を測定し、

前記ターン間部分放電試験をする場合に、前記第 1 の巻線のターン間の電圧を測定すること、

を特徴とする請求項 1 に記載の電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法。

20

【請求項 3】

前記巻線間部分放電試験をする場合に、前記インパルス電源の前記第 1 および第 2 の出力端子間の電圧の立ち上がり時間を、前記第 1 の巻線のターン間の部分放電が生じない程度に長くすること、を特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法。

【請求項 4】

前記インパルス電源の前記第 1 および第 2 の出力端子間の電圧の立ち上がり時間を $10 \mu s$ 以上とすることを特徴とする請求項 3 に記載の電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法。

【請求項 5】

前記巻線間部分放電試験をする場合および前記ターン間部分放電試験をする場合に、

前記インパルス電源の前記第 1 および第 2 の出力端子間に定周期の繰り返しパルス電圧を発生させること、および、

前記定周期の繰り返しパルス電圧は、定周期の交流の正方向および負方向の頂部をカットして発生させること、

を特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法。

30

【請求項 6】

第 1 の巻線を含む複数の巻線を有する電動機の巻線の繰り返しインパルス部分放電特性を試験するための繰り返しインパルス部分放電試験装置であって、

前記第 1 の巻線に接続される第 1 の出力端子と、前記電動機の第 1 の巻線と異なる巻線に接続される第 2 の出力端子とを備えて、これら第 1 および第 2 の出力端子間に、インバータサージを模擬した繰り返しインパルス電圧を出力するインパルス電源と、

前記第 1 の出力端子と前記第 2 の出力端子との間に接続可能な端子間ダイオードと、

前記第 1 の出力端子と前記第 2 の出力端子との間を、端子間ダイオードを介して接続するターン間部分放電試験モードと、前記第 1 の出力端子と前記第 2 の出力端子との間の前記端子間ダイオードの接続を断つ巻線間部分放電試験モードとの間で切り替え可能なスイッチと、

を有することを特徴とする電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験装置。

40

【請求項 7】

50

前記インパルス電源は、

前記第 1 および第 2 の出力端子に接続された高周波交流電源と、

前記第 1 の出力端子と前記第 2 の出力端子の間に接続され、互いに直列に接続された第 1 の直流電源および第 1 のピーククリップ用ダイオードを備えた第 1 ピーククリップ回路と、

前記第 1 の出力端子と前記第 2 の出力端子の間に接続され、互いに直列に接続された第 2 の直流電源および第 2 のピーククリップ用ダイオードを備え、前記第 1 ピーククリップ回路と逆向き特性に接続された第 2 ピーククリップ回路と、

を有すること、を特徴とする請求項 6 に記載の電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動機巻線の絶縁性能を判定するための繰り返しインパルス部分放電試験方法およびその方法を行うための装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電動機をインバータ駆動する際、インバータにおける高速スイッチングに起因したサージ電圧が発生し、これが電動機巻線の絶縁に影響を及ぼすことは、広く知られている。このようなサージ電圧は、インバータサージと呼ばれ、電動機の定格電圧の 2 倍以上に達することもある。インバータサージが電動機巻線に加わると、巻線の内部や外部において部分放電が発生することが懸念され、こうした部分放電は、巻線を構成するエナメル線の被覆を劣化させる原因となる。被覆が劣化すると、やがては絶縁破壊に至ることから、電動機においては、その巻線にインバータサージが加わったとしても部分放電が発生しないような絶縁設計を行うことが求められている。

20

【0003】

従来、電動機巻線の絶縁性能は、交流電圧の印加による部分放電特性、特に部分放電開始電圧に基づいて評価されていた。しかし、交流電圧が印加される場合とサージ電圧が印加される場合とでは、巻線における電位分布が異なるため、インバータ駆動される電動機巻線の絶縁性能は、サージ電圧を模擬した繰り返しインパルス電圧の印加により評価されることが望ましい（非特許文献 1）。

30

【0004】

繰り返しインパルス電圧を印加して測定される部分放電開始電圧には 2 通りあり、たとえば 10 発のインパルスを印加して 1 発のインパルスで部分放電が発生した時の電圧レベルを部分放電開始電圧（PDIV：Partial Discharge Inception Voltage）と称し、10 発のインパルスを印加して 5 発以上のインパルスで部分放電が発生した場合の電圧レベルを繰り返し部分放電開始電圧（Repetitive Partial Discharge Inception Voltage）と称する。以降、本書で記す部分放電開始電圧は PDIV と RPDIV の両方を含む。

【0005】

40

繰り返しインパルスというのは、一定の電圧レベルと所定の繰り返し周波数を備えたインパルス列のことをいい、以降、本書および説明図で記すインパルスは繰り返しインパルスのことを指す。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 9 - 257862 公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献 1】平成 25 年電気学会全国大会講演論文集 2 - 058

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

図9は、電動機巻線のインパルス部分放電試験における電動機の絶縁性能検査箇所を模式的に示す図である。電動機10の鉄心11のスロット内に、U相巻線12とV相巻線13とW相巻線14とが巻かれている。鉄心11は接地されている。実際の電動機10では、U相巻線12と、V相巻線13あるいはW相巻線14とが重なって配置され、いずれかで接触する箇所が存在する可能性がある。巻線は接地されたスロット内に配置され、1相分の巻線においても、各ターンごとの巻き始めと巻き終わりが接触する可能性がある。したがって、巻線の絶縁性能は、図9に示すように巻線と巻線の間、巻線とアース間、ターン間の3箇所を検査する。

10

【0009】

図10は、従来の電動機巻線のインパルス部分放電試験を行うときの配線図であって、特許文献1で提案されている方法を示す。特許文献1では、電動機巻線のインパルス部分放電試験における電動機10のターン間の絶縁性能を検査する場合に、図10に示すように、1相の巻線（たとえばU相巻線12）と他の2相の巻線（たとえばV相巻線13およびW相巻線14）との間に、インパルス電源15によるインパルス電圧を印加する。

【0010】

このように、ターン間の絶縁性能を検査するにも巻線と巻線の間に電圧を印加しなければならず、部分放電を検出した場合に、その部分放電が、巻線と巻線の間、あるいはターン間の、いずれで発生したか判断がつかないという問題があった。

20

【0011】

本発明はかかる課題を解決するためになされたものであって、その目的は、電動機巻線の絶縁性能を判定するためのインパルス部分放電試験において、部分放電を検出した場合に、その部分放電が、巻線と巻線の間、あるいはターン間の、いずれで発生したか判断できるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法は、第1および第2の出力端子を有してこれら第1の出力端子と第2の出力端子との間にインバータサージを模擬した繰り返しインパルス電圧を出力するインパルス電源を用いて、第1の巻線を含む複数の巻線を有する電動機の巻線の繰り返しインパルス部分放電特性を試験する方法であって、前記第1の出力端子を前記第1の巻線に接続し、前記第2の出力端子を前記第1の巻線と異なる巻線に接続して、前記第1の巻線と第1の巻線と異なる巻線の間の放電試験である巻線間部分放電試験をする場合には、前記インパルス電源の出力電圧をそのまま前記第1の巻線と第1の巻線と異なる巻線の間に印加し、前記第1の巻線のターン間の放電試験であるターン間部分放電試験をする場合には、前記インパルス電源の出力電圧を前記第1の巻線と第1の巻線と異なる巻線の間に印加するとともに、前記第1および第2の出力端子の間に端子間ダイオードを接続すること、を特徴とする。

30

40

【0013】

また、本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験装置は、第1の巻線を含む複数の巻線を有する電動機の巻線の繰り返しインパルス部分放電特性を試験するための繰り返しインパルス部分放電試験装置であって、前記第1の巻線に接続される第1の出力端子と、前記電動機の第1の巻線と異なる巻線に接続される第2の出力端子とを備えて、これら第1および第2の出力端子間に、インバータサージを模擬した繰り返しインパルス電圧を出力するインパルス電源と、前記第1の出力端子と前記第2の出力端子との間に接続可能な端子間ダイオードと、前記第1の出力端子と前記第2の出力端子との間を、端子間ダイオードを介して接続するターン間部分放電試験モードと、前記第1の出力端子と前記第2の出力端子との間の前記端子間ダイオードの接続を断つ巻線間部分放電試験モ

50

ードとの間で切り替え可能なスイッチと、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、電動機巻線の絶縁性能を判定するためのインパルス部分放電試験において、部分放電を検出した場合に、その部分放電が、巻線と巻線の間、あるいはターン間の、いずれで発生したか判断できる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第1の実施形態における繰り返しインパルス部分放電試験装置を示すブロック図である。

10

【図2】本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第1の実施形態において、巻線間部分放電試験モードにおける、巻線・巻線間電圧波形およびターン間電圧波形の例を示す図である。

【図3】本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第1の実施形態において、ターン間部分放電試験モードにおける、巻線・巻線間電圧波形およびターン間電圧波形の例を示す図である。

【図4】本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第2の実施形態における繰り返しインパルス部分放電試験装置を示すブロック図である。

【図5】本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第2の実施形態において、10kHzの高周波交流電圧から生成した両極性インパルス波形を示す図である。

20

【図6】本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第2の実施形態において、10kHzの高周波交流電圧から生成したインパルスの立ち上がり波形を示す図である。

【図7】本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第2の実施形態において、電動機に立ち上がり時間が10μsのインパルスを印加した場合の巻線と巻線間の電圧波形とターン間電圧波形を示す図である。

【図8】本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第3の実施形態における繰り返しインパルス部分放電試験装置を示すブロック図である。

【図9】電動機巻線のインパルス部分放電試験方法における電動機の絶縁性能検査箇所を模式的に示す図である。

30

【図10】従来の電動機巻線のインパルス部分放電試験方法における配線図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照しながら本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法およびそのための装置について説明する。ここで、同一または類似の部分には共通の符号を付して、重複説明は省略する。

【0017】

(第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態について図1から図3を参照しながら説明する。

40

【0018】

図1は、本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第1の実施形態における繰り返しインパルス部分放電試験装置を示すブロック図である。

【0019】

(構成)

電動機10の鉄心11のスロット(図示せず)内に、U相巻線12とV相巻線13とW相巻線14が巻かれている。繰り返しインパルス部分放電試験を行うにあたり、V相巻線13とW相巻線14の各入力端は接地される。

【0020】

インパルス電源15は第1の出力端子16と第2の出力端子17との間に、インパルス

50

電圧を発生するものである。第 1 の出力端子 1 6 は部分放電検出装置 1 8 を介して U 相巻線 1 2 の入力端に接続されている。第 2 の出力端子 1 7 は、部分放電検出装置 1 8 を介してアースに接続されている。

【 0 0 2 1 】

第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 の間に巻線・巻線間電圧を測定するための第 1 の差動プローブ 1 9 が接続されている。また、U 相巻線 1 2 の入力端とこの入力端に隣接して配置される 1 ターン巻き終わり部との間の電圧であるターン間電圧を測定するための第 2 の差動プローブ 2 0 が接続されている。

【 0 0 2 2 】

第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 との間を接続する端子間ダイオード 2 1 が、スイッチ 2 2 を介して接続されている。スイッチ 2 2 が閉のときは第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 との間に端子間ダイオード 2 1 が接続され、スイッチ 2 2 が開のときは第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 が接続されない。

【 0 0 2 3 】

(動作)

巻線間部分放電試験をする場合には、スイッチ 2 2 を開にする。このとき、端子間ダイオード 2 1 は切り離されていて動作せず、インパルス電源 1 5 の出力電圧が直接、電動機 1 0 の U 相巻線 1 2 の入力端に印加される。この状態を巻線間部分放電試験モードと呼ぶ。

【 0 0 2 4 】

ターン間部分放電試験をする場合には、スイッチ 2 2 を閉にする。このとき、インパルス電源 1 5 の第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 との間に端子間ダイオード 2 1 が接続されていて、端子間ダイオード 2 1 が機能する。この状態をターン間部分放電試験モードと呼ぶ。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第 1 の実施形態において、巻線間部分放電試験モードにおける、巻線・巻線間電圧波形 3 1 およびターン間電圧波形 3 2 の例を示す図である。電動機巻線には繰り返しインパルスを印加するが、ここでは 1 つのインパルスを例にとり図示した。このとき、端子間ダイオード 2 1 は機能せず、インパルス電源 1 5 の第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 との間の電圧が直接、電動機 1 0 の U 相巻線 1 2 の入力端と V 相巻線 1 3 および W 相巻線 1 4 との間に印加される。

【 0 0 2 6 】

巻線・巻線間電圧波形 3 1 は第 1 の差動プローブ 1 9 により測定され、ターン間電圧波形 3 2 は、第 2 の差動プローブ 2 0 により測定される。

【 0 0 2 7 】

巻線・巻線間の印加電圧は、巻線のインダクタンスと浮遊容量との共振により、インパルス電圧の第 1 波と第 2 波の極性が反転する振動波形となる。巻線・巻線間にはピーク/ピーク電圧 V_{ww} が印加されるのに対して、ターン間に印加される電圧は巻線・巻線間に印加されたインパルス電圧の立ち上がり時間 (図 2 では立ち下がり時間) に依存し、図 2 のように第 1 波の立ち下り部分のみで印加され V_{wt} となる。図 2 の場合、 V_{wt} は V_{ww} の 30 % 程度となり、巻線と巻線に十分な電圧を印加しながらターン間の印加電圧を低く抑えることができる。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第 1 の実施形態において、スイッチ 2 2 を閉としたターン間部分放電試験モードにおける、巻線・巻線間電圧波形 3 1 およびターン間電圧波形 3 2 の例を示す図である。電動機巻線には繰り返しインパルスを印加するが、ここでは 1 つのインパルスを例にとり図示した。このとき、インパルス電源 1 5 の第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 との間に端子間ダイオード 2 1 が接続された状態になっている。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

図 3 では、図 2 にみられた共振による極性反転部分が端子間ダイオード 2 1 によって除去され第 1 波のみとなる。このため巻線・巻線間には電圧 $V_{ww'}$ が印加され、ターン間には電圧 $V_{wt'}$ が印加される。図 3 の場合、 $V_{wt'}$ は $V_{ww'}$ の 50 % 程度となり、巻線・巻線間の印加電圧を低く抑えられるうに、巻線ターン間には十分な電圧を印加することができる。一般に、巻線・巻線間の絶縁性能はターン間の絶縁性能よりも十分高く設計されており、ターン間で部分放電開始電圧に達した場合でも巻線・巻線間には部分放電開始電圧に満たない電圧しか印加されない。

【 0 0 3 0 】

以上説明したように、本実施形態の繰り返しインパルス部分放電試験方法によれば、スイッチ 2 2 の開閉により、巻線間部分放電試験モードとターン間部分放電試験モードとを切り替えることができる。すなわち、スイッチ 2 2 を開とする巻線間部分放電試験モードでは、インパルス電源 1 5 の出力電圧を電動機に直接印加し、ターン間の印加電圧を低く抑えながら巻線・巻線間に十分高い電圧を印加できるため、巻線・巻線の間の部分放電開始電圧が測定できる。また、スイッチ 2 2 を閉とするターン間部分放電試験モードでは、インパルス電源 1 5 の出力電圧を、端子間ダイオードを介して電動機に印加するので、巻線・巻線間の印加電圧を低く抑えながら、ターン間に十分高い電圧を印加でき、ターン間の部分放電開始電圧が測定できる。

【 0 0 3 1 】

上記説明では、U 相巻線 1 2 の入力端に第 1 の出力端子 1 6 を接続し、V 相巻線 1 3 と W 相巻線 1 4 の各入力端は接地されているものとした。このような試験とは別に、V 相巻線 1 3 の入力端に第 1 の出力端子 1 6 を接続し、U 相巻線 1 2 と W 相巻線 1 4 の各入力端を接地して同様の試験を行うことができる。さらに、W 相巻線 1 4 の入力端に第 1 の出力端子 1 6 を接続し、U 相巻線 1 2 と V 相巻線 1 3 の各入力端を接地して同様の試験を行うことができる。

【 0 0 3 2 】

(第 2 の実施形態)

(構成)

図 4 は、本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第 2 の実施形態における繰り返しインパルス部分放電試験装置を示すブロック図である。

【 0 0 3 3 】

図 4 に示すように、インパルス電源 1 5 は、高周波交流電源 4 1 と、第 1 のピーククリップ用ダイオード 4 2、第 2 のピーククリップ用ダイオード 4 3、第 1 の直流電源 4 4、第 2 の直流電源 4 5 を備えている。

【 0 0 3 4 】

第 1 のピーククリップ用ダイオード 4 2 と第 1 の直流電源 4 4 とが直列に接続されて、これらが高周波交流電源 4 1 の第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 とを連絡するように接続されて、第 1 ピーククリップ回路 5 0 を構成している。第 1 のピーククリップ用ダイオード 4 2 の極性と第 1 の直流電源 4 4 の極性は逆になっている。

【 0 0 3 5 】

第 2 のピーククリップ用ダイオード 4 3 と第 2 の直流電源 4 5 とが直列に接続されて、これらが高周波交流電源 4 1 の第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 とを連絡するように接続されて、第 2 ピーククリップ回路 5 1 を構成している。第 2 のピーククリップ用ダイオード 4 3 の極性と第 2 の直流電源 4 5 の極性は逆になっていて、第 2 のピーククリップ用ダイオード 4 3 および第 2 の直流電源 4 5 は、第 1 のピーククリップ用ダイオード 4 2 および第 1 の直流電源 4 4 と逆向きに接続されている。

【 0 0 3 6 】

高周波交流電源 4 1 は、k H z オーダーの周波数を有する交流電圧を出力するものである。

【 0 0 3 7 】

部分放電検出装置 1 8、第 1 の差動プローブ 1 9、第 2 の差動プローブ 2 0 などの構成

10

20

30

40

50

は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 3 8 】

(動作)

図 4 に示す構成において、高周波交流電源 4 1 が出力した $k H z$ オーダーの周波数を有する交流電圧を、第 1 のピーククリップ用ダイオード 4 2 と第 1 の直流電源 4 4、および第 2 のピーククリップ用ダイオード 4 3 と第 2 の直流電源 4 5 でクリップして立ち上がり時間が $10 \mu s$ 以上の両極性インパルスを生成し、電動機 1 0 の U 相巻線 1 2 の入力端に印加する。

【 0 0 3 9 】

図 5 は、本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第 2 の実施形態において、 $10 k H z$ の高周波交流電圧から生成した両極性インパルス波形を示す図である。この図は、高周波交流電源 4 1 が、周波数が $10 k H z$ 、ピーク値が $5 k V$ の交流電圧を出力し、第 1 のピーククリップ用ダイオード 4 2 と第 2 のピーククリップ用ダイオード 4 3 のブロッキング電圧を $500 V$ に、第 1 の直流電源 4 4 の電圧と第 2 の直流電源 4 5 の電圧を $3 k V$ に設定した場合の、第 1 の出力端子 1 6 と第 2 の出力端子 1 7 の間の電圧波形である。交流電圧のピークがクリップされて両極性インパルスが出力されている。

10

【 0 0 4 0 】

図 6 は、本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第 2 の実施形態において、 $10 k H z$ の高周波交流電圧から生成したインパルスの立ち上がり波形を示す図である。この図は、図 5 に示したインパルスの立ち上がり部分を拡大した図であり、立ち上がり時間が $10 \mu s$ となっている。

20

【 0 0 4 1 】

図 7 は、本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第 2 の実施形態において、電動機に立ち上がり時間が $10 \mu s$ のインパルスを印加した場合の巻線・巻線間電圧波形 3 1 とターン間電圧波形 3 2 を示す図である。この場合は、ターン間にはほとんど電圧が印加されないことがわかる。

【 0 0 4 2 】

以上、説明したように、本実施形態の繰り返しインパルス部分放電試験方法によれば、ターン間には印加されずに巻線・巻線間のみにインパルス電圧が印加できるので、巻線・巻線間の部分放電開始電圧が測定できる。

30

【 0 0 4 3 】

(第 3 の実施形態)

図 8 は、本発明に係る電動機巻線の繰り返しインパルス部分放電試験方法の第 3 の実施形態における繰り返しインパルス部分放電試験装置を示すブロック図である。

【 0 0 4 4 】

この実施形態は、第 1 の実施形態のインパルス電源 1 5 (図 1) として、第 2 の実施形態のインパルス電源 1 5 (図 4) を用いたものである。この第 3 の実施形態で、スイッチ 2 2 を開とすることにより、第 2 の実施形態と同様に、巻線間部分放電試験を行うことができる。また、スイッチ 2 2 を閉としたうえで、高周波交流電源 4 1 の周波数を $10 k H z$ より高くすることなどにより、ターン間部分放電試験を行うことができる。

40

【 0 0 4 5 】

(他の実施形態)

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【 0 0 4 6 】

50

たとえば、上記実施形態では、部分放電検出装置 18 をインパルス電源 15 の第 1 の出力端子 16 および第 2 の出力端子 17 の、スイッチ 22 接続部よりもインパルス電源 15 寄りに配置するものとしたが、部分放電検出装置 18 を、スイッチ 22 接続部よりも電動機 10 寄りに接続してもよい。さらに、部分放電検出装置 18 を第 1 の出力端子 16 および第 2 の出力端子 17 に接続しないで、放電による電磁波を検出することにより部分放電を検出してもよい。

【 0 0 4 7 】

また、上記実施形態では、第 1 の差動プローブ 19 および第 2 の差動プローブ 20 を用いて電圧を測定するものとしたが、一つの差動プローブを、動作モードに合わせて接続しなおして、それぞれの位置の電圧を測定することもできる。また、電圧を測定するための計器としては、差動プローブを用いず他の形式の電圧計を用いてもよい。

10

【 符号の説明 】

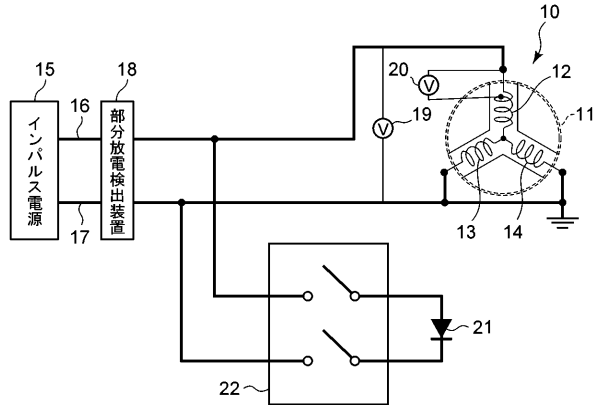
【 0 0 4 8 】

- 1 0 電動機
- 1 1 鉄心
- 1 2 U 相巻線 (第 1 の巻線)
- 1 3 V 相巻線
- 1 4 W 相巻線
- 1 5 インパルス電源
- 1 6 第 1 の出力端子
- 1 7 第 2 の出力端子
- 1 8 部分放電検出装置
- 1 9 第 1 の差動プローブ
- 2 0 第 2 の差動プローブ
- 2 1 端子間ダイオード
- 2 2 スイッチ
- 3 1 巻線・巻線間電圧波形
- 3 2 ターン間電圧波形
- 4 1 高周波交流電源
- 4 2 第 1 のピーククリップ用ダイオード
- 4 3 第 2 のピーククリップ用ダイオード
- 4 4 第 1 の直流電源
- 4 5 第 2 の直流電源
- 5 0 第 1 ピーククリップ回路
- 5 1 第 2 ピーククリップ回路

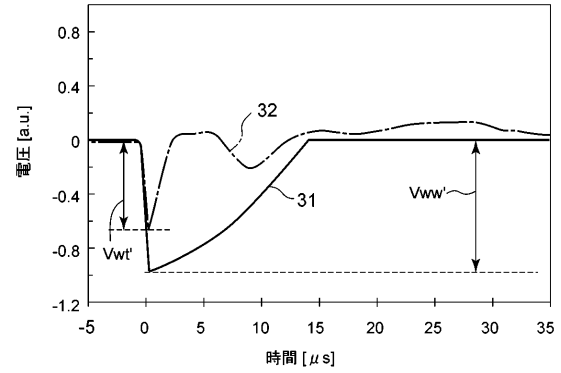
20

30

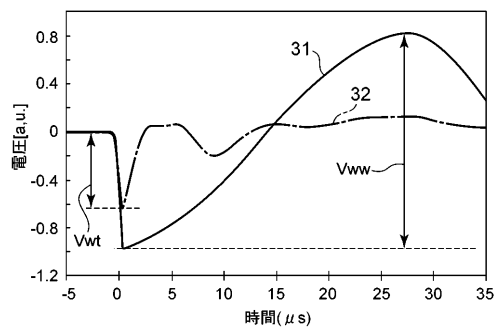
【図 1】



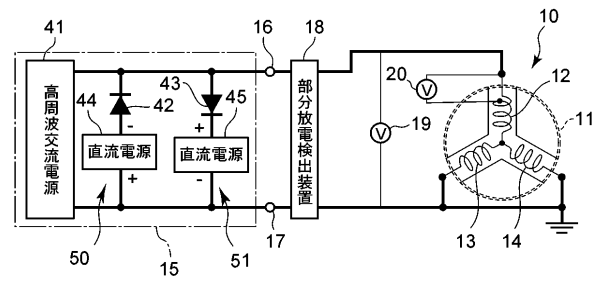
【図 3】



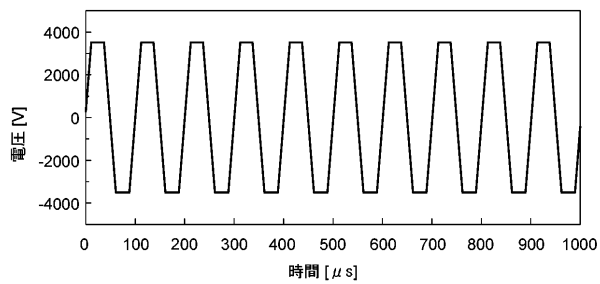
【図 2】



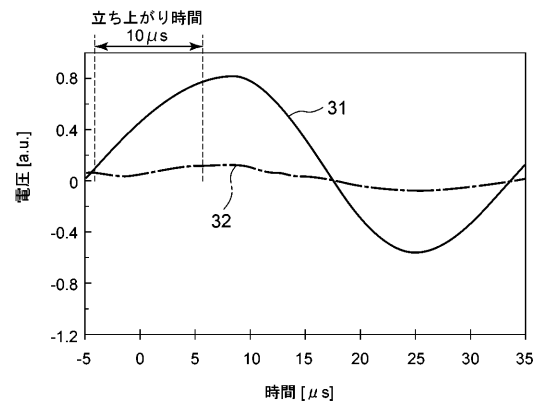
【図 4】



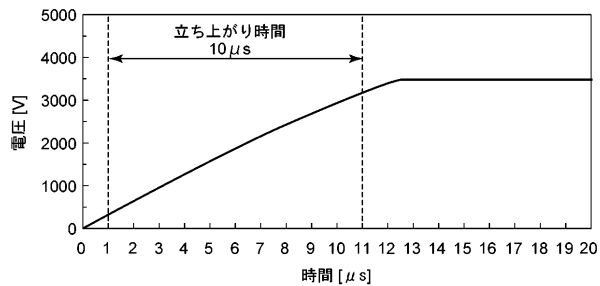
【図 5】



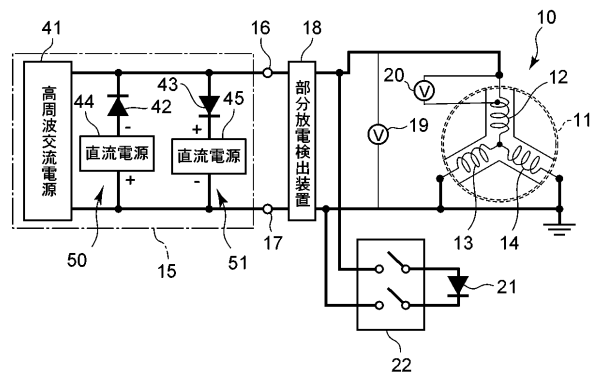
【図 7】



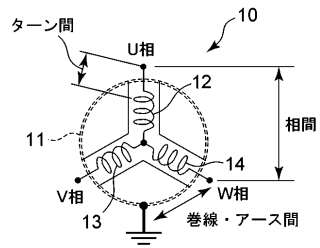
【図 6】



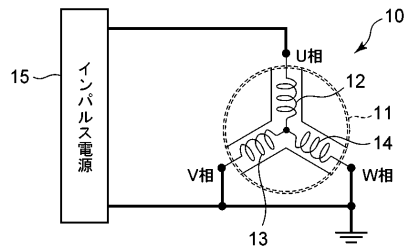
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 池上 知巳
東京都港区三田三丁目 1 3 番 1 6 号 東芝三菱電機産業システム株式会社内
- (72)発明者 吉満 哲夫
東京都港区三田三丁目 1 3 番 1 6 号 東芝三菱電機産業システム株式会社内
- (72)発明者 櫻井 孝幸
東京都港区三田三丁目 1 3 番 1 6 号 東芝三菱電機産業システム株式会社内
- (72)発明者 廣瀬 達也
東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内
- (72)発明者 廣島 聡
東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内
- (72)発明者 山本 雄司
三重県三重郡朝日町大字縄生 2 1 2 1 番地 東芝産業機器システム株式会社 三重事業所内
- (72)発明者 長島 洋明
三重県三重郡朝日町大字縄生 2 1 2 1 番地 東芝産業機器システム株式会社 三重事業所内
- Fターム(参考) 2G014 AA15 AA32 AB07 AB49 AC19
2G015 AA14 AA19 BA06 CA01 CA08